

ライティングスイッチフォトメトリー法を用いた顔画像からの構成要素自動抽出法

2 K-4

原 和弘, 佐治 斉, 日置 尋久, 品川 嘉久, 國井 利泰
東京大学

1 はじめに

人間の表情を認識することは、人間とコンピュータとのより良いコミュニケーションを実現する上で非常に重要なことである。従来の表情認識システムにおいては、顔画像の特徴点を人手で入力していることが多かった。また、顔画像として2次元画像を用いているために、特徴部分の切り出しに立体的形状を利用できないことがあった。

そこで、本論文では、3次元および2次元顔画像を用いた、目・眉・口などの顔面特徴領域の自動抽出法を提案する。ここでは、顔画像として、ライティングスイッチフォトメトリー法を使って得られたものを用いる。この方法を用いることで、陰影の影響を除去した顔画像を得ることができる。まず3次元画像を用いて各部分の大まかな位置を特定し、その後2次元画像から各特徴領域を抽出する。

2 導入

人間の表情を認識する際には、目・眉・口などの特徴領域の形状が非常に大きな手がかりになる。

しかし、従来の特徴領域の切り出しの手法では、切り出しを行う部分の形状や特徴点を対話的に指定し、それをもとに特徴領域の抽出を行うことが多かった。また、対話的ではなく自動的に切り出す場合でも、2次元データのみを用いたもの [1] が多く、顔の向きや照明により影響を受け、安定に情報を得ることが困難であった。

そこで本研究では、2次元データと合わせて3次元データを用いることにより、特徴領域の抽出を顔の向きなどに対して安定に、かつ自動的にを行うことを目標とする。

3 処理手順

3.1 ライティングスイッチフォトメトリー法

本研究では、画像データとして、ライティングスイッチフォトメトリー法 [2] を用いて得られたものを使う。

ライティングスイッチフォトメトリー法では、3つの光源を高速に切替え、それを固定した1台のビデオカメラで撮影する。そして撮影された各光源からの画像を時間的に補間することによって、時間的に変化する物体の各点における法線のデータが得られる。

A Method for Automatic Extraction of Facial Components from Facial Images Using Lighting Switch Photometry Method
Kazuhiro Hara, Hitoshi Saji, Hirohisa Hioki, Yoshihisa Shinagawa, and Tosiyasu L. Kunii
The University of Tokyo

3.2 鼻の領域と鼻筋の方向の特定

鼻の形は表情の変化に対して比較的安定であると考えられるので、目・眉・口の位置を特定するために、まず鼻の領域を抽出し、さらに鼻筋の方向を求める。

ここでは曲率を計算する方法 [3] を用いる。

まずガウス曲率と平均曲率を用いて法線場から顔面の凸領域を計算し、そのうち顔の面積の7%以上20%以下を占め、領域の重心が顔の重心に最も近いものを鼻の領域とする。

また、その鼻の領域において共分散行列とその固有ベクトルを計算することで、鼻筋の方向を求める。

3.3 口部領域の抽出

口の領域を抽出する方法を以下に示す。

1. 顔の3次元データにおいて、鼻の重心を通過して鼻筋に平行な直線上の各点における法線の縦方向成分を調べる。顔の上の方向を正の向きとする。
2. 鼻の重心の下で法線の縦方向成分が極小になっている部分が鼻の下に相当するので、そこから下にたどっていった法線の縦方向成分が極大になる点を唇の上端とし、そこからさらに下にたどっていった2つ目の極小点を唇の下端とする。あらかじめ適当にスムージングを施すことにより、ノイズの影響、口の開閉による口の内部の影響を取り除いておく。
3. 3次元データから、先に求めた上端と下端を上限と下限とする、鼻筋に直交する帯状の領域を切り出し、その鼻筋方向の各列に対して法線の縦方向成分の分散を求める。
4. 唇の部分と頬の部分で分散が大きくなっているため、口の中央部分から両外側方向に分散を調べていった、それぞれにおいて極小になる点を口の両端とする。
5. これで唇を含む長方形領域の座標が求まるので、2次元データからこの領域を切り出し、それに対して輝度値の変化の少ない部分をまとめて領域分割をおこなう。
6. これらの領域の中で、口の中央を通り、その平均輝度が(肌の輝度値と考えられる)顔画像全体の輝度の最頻値より一定値以上小さく、面積が適当であるものを口の領域とする。

以上の方法を用いて口の領域を抽出する。

3.4 目・眉の領域の抽出

目・眉を抽出する際も、口の場合のように鼻筋に沿った3次元情報を用いて上限と下限を決めて、目と眉を含む横方向の帯状の領域を2次元濃淡画像から切り出す。

次にその領域内で適当な閾値を動的に選んで2値化を行い、連結した領域をラベリングしていく。それらの領域の中から位置と面積の情報を用いて目と眉に相当する領域を選び、それらを抽出する。

4 実験結果

以上で述べたアルゴリズムを実際に適用した結果を示す。図1は元となった濃淡画像である。図2は、そこから計算した法線を表示した画像である。図3は、鼻の領域を示した画像である。中央の黒い部分が計算された鼻の領域で、十字の線が顔の鼻筋の方向とそれに直行する方向を示している。図4に、この方法で得られた口の領域の画像を、そして図5に、この方法で得られた目・眉の領域の画像を示す。

この結果から、確かに口と目・眉に相当する領域が抽出されていることがわかる。また、この他の表情の画像に対しても同じように抽出することができた。



図 1: 元の画像



図 2: 法線データ



図 3: 鼻の領域



図 4: 口の領域



図 5: 目・眉の領域

5 結論

本稿では、ライティングスイッチフォトメトリー法で得られた顔面の2次元データと3次元データを用いて、表情による変化の大きい目・眉・口の領域を自動的に抽出する手法について提案し、その有効性を示した。

今後は、この手法により抽出された各特徴領域の形状を利用し、3次元顔画像データの位相幾何学的解析の結果と合わせて、人間の表情の自動解析を行う予定である。

参考文献

- [1] 黒田英夫、光田 和臣、池本雄一郎、藤村誠、池原雅章: 顔画像からの口部領域の自動抽出法, 信学技報, Vol.91, No.17, IE91-3 (1991)
- [2] Saji H., Hioki H., Shinagawa Y., Yoshida K., and Kunii T.L.: "Extraction of 3D Shapes from the Moving Human Face Using Lighting Switch Photometry", Creating and Animating the Virtual World (N. M. Thalmann and D. Thalmann, eds.), pp.69-86., Springer-Verlag (1992).
- [3] 口置尋久: Stable Extraction of Facial Feature from Facial Images Using Lighting Switch Photometry, 平成3年度卒業論文, 東京大学理学部情報科学科 (1992).